

引用例の写し

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

W. JP 2001-85196

(51) Int. Cl. H01Q 1/27(조기공개)	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특2000-0053680 2000년09월05일
(21) 출원번호	10-1999-0035702 ✓	
(22) 출원일자	1999년08월26일	
(71) 출원인	주성엔지니어링 주식회사, 황철주 대한민국 464080 경기도 광주군 오포면 능평리 49 한국과학기술원, 윤덕용 대한민국 305701 대전광역시 유성구 구성동 373-1	
(72) 발명자	이용관 대한민국 305-338 대전광역시 유성구 구성동 373-1 한국과학기술원 윤남식 대한민국 302-281 대전광역시 서구 월평1동 1026 김성식 대한민국 482-840 경기도 양주군 광적면 석우리 624-11 이평우 대한민국 427-010 경기도 과천시 중앙동 101-207호	
(74) 대리인	김연수 박정서	
(77) 심사청구	있음	
(54) 출원명	유도 결합형 플라즈마 발생용 안테나 장치	

요약

본 발명은 대면적의 시료를 가공할 수 있는 대규모의 유도결합 플라즈마를 발생하기 위한 저 임피던스의 안테나 장치를 제공하며, 발생된 플라즈마의 밀도 분포가 균일하도록 조절할 수 있는 안테나 장치를 제공하기 위하여, 대규모의 플라즈마를 생성하기 위한 플라즈마 발생 장치를 위한 안테나 장치에 있어서, 고주파 전원; 상기 고주파 전원으로부터 고주파 전력을 공급받는 제 1 안테나; 및 상기 고주파 전원으로부터 고주파 전력을 공급받으며 상기 제 1 안테나와 병렬 접속되되, 상기 제 1 안테나와의 사이에서 공진 상태를 유지하는 제 2 안테나를 포함하는 안테나 장치를 제공한다.

대표도

도 3a

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 유도 결합형 플라즈마 발생 장치의 개략도.

도 2a 내지 도 2b는 종래의 유도 결합형 플라즈마 발생용 안테나 장치들의 개략도.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 의한 유도 결합형 플라즈마 발생용 안테나 장치의 개략도.

도 4a 및 도 4b는 각각 도 3a 및 도 3b의 안테나 장치의 등가회로도.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 의한 유도 결합형 플라즈마 발생용 안테나 장치의 개략도.

도 6a 및 도 6b는 각각 본 발명의 다른 실시예에 의한 유도 결합형 플라즈마 발생용 안테나 장치의 등가회로도.

• 도면의 주요 부분의 기호의 설명

100 : 안테나 102 : 고주파 전원

104 : 챔버 106 : 시료

108 : 척 110 : 가스 주입구

112 : 진공펌프 114 : 가스 배출구

116 : 절연판 118 : 플라즈마

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 플라즈마를 발생하기 위한 플라즈마 발생 장치에 사용되는 안테나 장치에 관한 것으로, 특히 대형 시료를 가공할 수 있는 넓은 유효 면적과 균일하고 높은 밀도를 갖는 플라즈마를 발생시킬 수 있는 유도 결합형 플라즈마 발생용 안테나 장치에 관한 것이다.

반도체 웨이퍼 또는 평판 표시 장치 등과 같은 미세 패턴을 형성하여야 하는 기술 분야에서는, 플라즈마를 생성하여 건식 식각, 화학기상증착, 스퍼터링 등 각종 표면처리 공정을 수행한다. 최근에는 비용 절감 및 스루풋 향상 등을 달성하기 위하여, 반도체 장치용 웨이퍼나 평판 표시 장치용 기판의 크기가, 예컨대 300 mm 이상으로 대형화되는 경향을 보이며, 이에 따라 이러한 대형의 웨이퍼나 기판을 가공하기 위한 플라즈마 발생장치의 규격도 증가되고 있다.

종래의 플라즈마 발생원으로는, 다이오드(diode) 방식, 마이크로파(microwave) 방식, 라디오파(radio frequency wave) 방식 등의 고주파 동력을 사용한 플라즈마 발생 방식을 이용한 것들이 있다. 그러나, 다이오드 방식에 의하면, 고전압의 제어가 곤란하고 고압의 기체 압력을 요하기 때문에 미세 패턴을 가공하기에는 적절하지 못하다. 또한, 마이크로파 방식의 일종인 전자 가속 공명(Electron Cyclotron Resonance : ECR) 방식에 의하면 저압하에서도 고밀도의 플라즈마를 생성할 수 있는 장점은 있으나, 플라즈마의 분포를 균일하게 형성하기가 곤란한 단점이 있고, 이러한 단점은 플라즈마의 규모가 증가됨에 따라 더욱 현저해진다. 나아가, 유도 결합(inductively coupled) 방식이라고도 불리는 라디오파 방식의 일종인 헬리콘파(helicon wave) 방식에 의하면, 전기장과 자기장의 에너지를 복합하여 여기(excite)시킴으로써 소규모의 플라즈마에서는 균일한 분포를 갖는 고밀도의 플라즈마를 발생시킬 수 있으나, 여전히 플라즈마의 규모가 큰 경우에는 밀도 분포가 균일하지 못한 단점을 갖는다.

도 1을 참조하여 통상적인 유도 결합 방식의 플라즈마 발생 장치에 관하여 간단히 설명한다. 상기 플라즈마 발생장치(10)는, 플라즈마(118)가 생성되는 챔버(chamber)(104)를 포함하며, 상기 챔버(104)에는 반응 가스를 공급하기 위한 가스 주입구(110)와 챔버 내부를 진공으로 유지하고 반응이 끝나면 반응 가스를 배출하기 위한 진공펌프(112) 및 가스 배출구(114)가 형성된다. 또한, 상기 챔버(104)의 내부에는, 웨이퍼 또는 유리기판 등의 시료(112)를 올려놓기 위한 척(chuck)(108)이 형성되어 있으며, 상기 챔버(104)의 상부에는 고주파 전원(102)이 접속된 안테나(100)가 설치된다. 상기 안테나(100)와 챔버(104) 사이에는 절연판(116)을 설치하여 안테나(100)와 플라즈마(118) 사이의 용량성 결합(capacitive coupling)을 감소시킴으로써 고주파 전원(102)으로부터의 에너지가 유도성 결합(inductive coupling)에 의하여 플라즈마(118)로 전달되는 것을 돕는다.

상기와 같은 구조의 플라즈마 발생장치(10)는 다음과 같이 플라즈마를 생성한다. 즉, 초기에 챔버(104)의 내부는 상기 진공펌프(112)에 의해 진공화되도록 배기된 다음, 가스 주입구(110)로부터 플라즈마를 발생시키기 위한 반응 가스가 상기 도입되고, 필요한 압력으로 유지된다. 이어서, 상기 안테나(100)에는 고주파전원(102)으로부터, 예컨대 13.56 MHz의 RF 고주파 전력이 인가된다.

종래의 플라즈마 발생 장치(10)에는 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이 나선형 안테나(200) 또는 복수(예컨대, 3개)의 분할 전극형 안테나(202a, 202b 및 202c)가 사용되었다. 따라서, RF 전력이 인가됨에 따라 안테나(100)가 이루는 평면과 수직 방향의 시간적으로 변화하는 자기장이 형성된다. 이러한 시간적으로 변화하는 자기장은 상기 챔버(104)의 내부에 유도 전기장을 형성하고, 유도전기장은 전자를 가열하여 안테나(100)와 유도성으로 결합된 플라즈마가 발생하게 된다. 이렇게 전자들은 주변의 중성 기체 입자들과 충돌하여 이온 및 라디칼(radical) 등을 생성하고 이들은 플라즈마 식각 및 증착에 이용되게 된다. 또한, 별도의 고주파 전원(도시되지 않음)으로부터 척(108)에 전력을 인가하면, 시료(106)에 입사하는 이온의 에너지를 제어하는 것도 가능하게 된다.

그러나, 도 2a에 도시된 바와 같은 나선형 구조의 안테나(200)에서는, 상기 안테나를 구성하는 각 권선이 직렬 연결되어 있는 구조이므로, 권선마다 흐르는 전류량이 일정하게 된다. 이런 경우 유도 전기장 분포의 조절이 어려워 챔버(104) 내벽에서의 이온 및 전자의 손실로 플라즈마(118)의 중심부가 높은 밀도를 갖게 되고 챔버(104)의 내벽에 가까운 부분에는 플라즈마의 밀도가 낮아지게 되는 것을 막기 힘들게 된다. 따라서, 플라즈마(118)의 밀도를 균일하게 유지하는 것이 극히 곤란하게 된다.

또한, 안테나(200)의 각 권선이 직렬로 연결되어 있으므로, 안테나(200)에 의한 전압 강하(voltage drop)가 크게 되므로, 플라즈마(118)와의 용량성 결합에 의한 영향이 증가된다. 따라서, 전력 효율이 낮아지며 플라즈마의 균일성을 유지하는 것도 어렵게 된다.

다음으로, 도 2b에 도시된 바와 같이, 서로 위상이 다른 3개의 고주파 전원(204a, 204b 및 204c)에 각각 접속된 3개의 분할 전극(202a, 202b 및 202c) 구조의 안테나에서는, 각 분할 전극에 가까운 위치에서는 플라즈마의 밀도가 높고, 진공처리용기(1)의 중앙부일수록 플라즈마 밀도가 작아 플라즈마의 균일성 확보에 어려움이 따르며, 특히 넓은 면적의 시료를 처리하는 것이 현저히 곤란하게 된다. 또한, 각각 독립적으로 동작하는 전원을 사용하여야 하므로 비용이 증가하게 되며, 전원의 효율적인 사용을 위한 임피던스 정합(impedance matching)을 위하여는 각 분할 전극마다 독자적인 임피던스 정합 회로를 사용하여야 하는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 대면적의 시료를 가공할 수 있는 대규모의 플라즈마를 발생하기 위한 안테나 장치를 제공하기 위한 것이다.

본 발명의 다른 목적은, 플라즈마의 밀도 분포가 균일하도록 하기 위한 안테나 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 대규모의 플라즈마를 생성하기 위한 플라즈마 발생 장치를 위한 안테나 장치에 있어서, 고주파 전원; 상기 고주파 전원으로부터 고주파 전력을 공급받는 제 1 안테나; 및 상기 고주파 전원으로부터 고주파 전력을 공급받으며 상기 제 1 안테나와 병렬 접속되되, 상기 제 1 안테나와의 사이에서 공진 상태를 유지하는 제 2 안테나를 포함하는 안테나 장치를 제공한다.

이제, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명한다.

먼저 도 3a 및 도 4a를 참조하면, 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 의한 안테나 장치의 개념적 도면이고, 도 4a는 도 3a의 안테나 장치의 등가회로도이다. 도시된 바와 같이, 본 발명의 안테나 장치(100)는 상호간에 병렬 연결되는 복수의 안테나 유닛(400a 또는 400b)을 포함하며, 상기 각 안테나 유닛(400a 또는 400b)은 가변 부하(302a 또는 302b) 및 단권선 또는 복권선의 안테나(300a 또는 300b)를 각각 포함한다. 상기 안테나(300a 또는 300b)는 등가 저항(R_1 또는 R_2)과 등가 인덕턴스(L_1 또는 L_2)로 표시하였으며, 캐패시턴스 성분은 공진 가변 캐패시터(C_R) 또는 가변 부하 캐패시터(C_L)로 흡수시켜 표시하였다.

또한, 상기 안테나 장치(100)는 상기 복수의 안테나 유닛(400a 또는 400b)과 고주파 전원(102) 사이의 임피던스 정합(impedance matching)을 위한 임피던스 정합 회로(Impedance Matching Box : I.M.B.)(304)를 포함한다. 여기서, 상기 복수의 안테나 유닛(400a 및 400b)은, 가변 부하, 예컨대 가변 캐패시터(C_R)(302a)에 의하여 상호간에 공진 상태가 유지되는데, 이것이 본 발명의 안테나 장치(100)가 갖는 가장 중요한 특징이다. 도 4a를 참조하여 본 실시예에 의한 안테나 장치(100)의 공진 상태에 관하여 이하에서 상세히 설명한다.

도 4a는 도 3a의 안테나 장치의 등가 회로도이다. 즉, 고주파 전원(102)에 접속된 임피던스 정합 회로(304)를 통하여 전력이 공급되며, 제 1 가변 부하(302a) 및 그에 직렬 접속된 제 1 안테나(300a)를 포함하는 제 1 안테나 유닛(400a)과, 제 2 가변 부하(302b) 및 그에 직렬 접속된 제 2 안테나(300b)를 포함하는 제 2 안테나 유닛(400b)은 상호간에 병렬 접속된다. 여기서, 상기 제 1 안테나 유닛(400a)과 제 2 안테나 유닛(400b)에 의한 등가 임피던스의 허수부가 0(zero)이 되도록 상기 제 1 가변 부하(302a)의 크기를 조정할 수 있다. 이는 예컨대, 도시된 바와 같이 가변 캐패시터(C_R)를 사용하여 그 캐패시턴스를 조정함으로써 당업자가 용이하게 달성할 수 있는 것이므로, 그 상세한 설명은 생략하기로 한다. 이러한 공진 상태가 되면, 상기 제 1 안테나 유닛(400a)와 제 2 안테나 유닛(400b) 내부에 흐르는 전류의 크기가 서로 같게 되며, 이 과정을 통해 외측에 위치한 제 1 안테나 유닛의 전류를 증가시킬 수 있게 된다.

다음으로, 고주파 전원(102)으로부터의 에너지가 상기 제 1 및 제 2 안테나 유닛(400a 및 400b)에 최대한으로 전달되기 위하여는, 통상적인 임피던스 정합 방법을 사용하면 된다. 즉, 상기 제 1 및 제 2 안테나 유닛(400a 및 400b) 내부의 가변 부하가 일단 결정되면 전체를 고정된 부하로 볼 수 있으므로, 그 등가 임피던스와 정합시킬 수 있는 임피던스 정합 회로(304)를 결정할 수 있다. 상기 임피던스 정합 회로(304)는 본 기술 분야에 이미 널리 알려진 방식으로 구현할 수 있는데, 예컨대 가변 인덕턴스(L_i) 및 가변 캐패시터(C_i)가 병렬로 연결된 간단한 회로를 이용할 수 있다.

즉, 본 실시예의 안테나 장치(100)는, 제 2 안테나(300b) 자체의 전달 에너지를 조절하기 위한 가변 부하(302b)의 크기를 결정하고, 제 1 안테나(300a)와 제 2 안테나(300b) 상호간에 공진 상태를 형성하도록 공진 가변 부하(302a)의 크기를 결정한 다음 고주파 전원(102)과의 임피던스를 정합시킴으로써, 고주파 전원(102)으로부터 공급되는 에너지가 챔버(104) 내부의 플라즈마(118)로 효율적으로 전달될 뿐만 아니라, 위치에 따른 플라즈마의 균일도를 증가시킬 수 있게 된다.

다음으로, 도 3b 및 도 4b를 참조하여 본 발명의 다른 실시예를 설명한다. 도시된 바와 같이, 본 발명의 안테나 장치(100')는, 공진 상태를 유지할 수 있는 조건이 유지되지만 한다면, 임의의 개수의 안테나 유닛(410a, 410b 또는 410c)을 포함할 수 있다. 도시된 실시예에서는, 안테나 유닛이 세 개인 경우를 보여주고 있다. 도 4b의 등가회로도를 참조하면, 각 안테나 유닛(410a, 410b 또는 410c)은 가변 부하(312a, 312b 또는 312c)를 포함하며, 그 중 두 개의 안테나 유닛(410b 및 410c) 내에 부착된 가변 부하(312b 또는 312c)의 크기를 조절함으로써 두 안테나 유닛(310b 및 310c)에 흐르는 전류비를 조절할 수 있고, 나머지 하나의 안테나 유닛(310a)은 회로내 공진 상태를 유도하는데 사용될 수 있다. 이러한 실시예는 공진 상태에 있는 안테나 유닛(310a)이 외측 권선을 형성하고, 나머지 안테나 유닛(310b 및 310c)이 내측 권선을 형성하도록 하여 안테나 장치 전체적으로 에너지의 균일도를 용이하게 향상시킬 수 있다. 여기에서 내측 안테나 유닛(410b 및 410c)의 가변 부하(312b 또는 312c)는 특정한 실시예에서는 생략될 수도 있음을 주의하여야 한다.

또한, 상기한 바와 같이, 전체 안테나 유닛(410a, 410b 및 410c)으로 공급되는 에너지를 최대화하기 위하여, 고주파 전원(102')과의 임피던스 정합을 달성하여야 하며, 이를 위하여 인덕턴스(L_i') 및 캐패시터(C_i')를 포함하는 임피던스 정합 회로(304')를 사용한다.

본 실시예에 의한 안테나 장치(100')는, 도 3a에 도시된 실시예의 경우보다 더 큰 규모의 플라즈마를 균일하고 효율적으로 형성할 수 있다.

다음으로, 도 5 및 도 6을 참조하여, 본 발명의 또 다른 실시예를 설명한다. 도 5에 도시된 실시예에서는, 도 3a의 안테나 장치(100)에 포함된 안테나 유닛(400a 및 400b)과 동일한 구성을 갖는 안테나 유닛이 한 세트 더 포함된 경우를 도시한다. 즉, 도 5의 안테나 장치(500)의 등가 회로도도 도 3a를 참조하면, 상기 안테나 장치(500)에는, 제 1 안테나 유닛(510a) 및 제 2 안테나 유닛(510b)을 포함하는 제 1 안테나 세트(520a)와, 제 3 안테나 유닛(510c) 및 제 4 안테나 유닛(510d)을 포함하는 제 2 안테나 세트(520b)가 포함된다. 상기 각 안테나 유닛(510a, 510b, 510c 또는 510d)은 상기한 다른 실시예에서 사용되는 것과 동일하게 가변 부하를 포함할 수 있다. 특히, 각 안테나 세트(520a 또는 520b)의 안테나 유닛(510a 및 510b 또는 510c 및 510d) 사이에서는 공진 상태가 유지되며, 이는 공진 가변 부하(C_{R1} 또는 C_{R2})의 크기를 조정함으로써 달성될 수 있다. 또한, 상기 전체 안테나 세트(520a 및 520b)와 고주파 전원(102'') 사이에 접속된 임피던스 정합 회로(504)에 의하여 에너지 전달이 최대화된다.

본 실시예에서는 상기 안테나 세트의 개수가 2개인 경우를 예시하였으나, 플라즈마의 규모가 커지거나, 더욱 정밀하게 균일도를 제어하기 위하여, 그 이상의 안테나 세트를 설치할 수도 있으며, 이하에서 설명하는 바와 같이, 각 안테나 세트에 포함되는 안테나 유닛의 개수가 2개인 경우로 한정될 필요도 없다. 특히 주의하여야 할 점은, 내측에 위치한 안테나 세트인 경우에 인위적으로 공진 상태를 유지하지 않도록 할 수도 있다. 이는 외측에 위치한 안테나 세트보다 적은 전력이 플라즈마로 공급되도록 하여 플라즈마의 균일도를 향상시키기 위한 목적을 달성하기 위한 경우에 실시될 수 있으며, 외측의 안테나 세트에 공진 상태를 유지시킴으로써 보다 커다란 전력을 공급할 수 있게 된다.

즉, 도 6b를 참조하면, 도 6b는 도 3b의 안테나 장치(100')에 사용된 세 개의 안테나 유닛을 포함하는 안테나 세트가 두 개 이상 포함된 안테나 장치(600)가 도시되었다. 본 실시예에서도, 안테나 유닛이나, 공진 상태, 각 안테나 유닛의 에너지의 세기, 고주파 전원과의 임피던스의 정합 등에 관하여는 상기한 바와 동일하거나, 유사하다.

발명의 효과

본 발명에 의하면, 플라스마를 발생시키기 위한 안테나 장치의 규모가 커짐에 따라 발생하는 임피던스 정합의 문제를 해결할 수 있으며 또한 안테나 내부에 공진상태를 유도하여 특정의 안테나에 의하여 전달되는 에너지를 선택적으로 증강할 수 있으므로 플라스마의 균일도를 현저히 증가시킬 수 있다.

본 발명의 기술 사상은 상기 바람직한 실시예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기한 실시예는 그 설명을 위한 것이며 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

대규모의 플라스마를 생성하기 위한 플라스마 발생 장치를 위한 안테나 장치에 있어서,

고주파 전원;

상기 고주파 전원으로부터 고주파 전력을 공급받는 제 1 안테나; 및

상기 고주파 전원으로부터 고주파 전력을 공급받으며 상기 제 1 안테나와 병렬 접속되되, 상기 제 1 안테나와의 사이에서 공진 상태를 유지하는 제 2 안테나

를 포함하는 플라스마 발생 장치를 위한 안테나 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 안테나는,

상기 제 1 안테나와의 사이에서 공진 상태를 유지하기 위한 가변 부하와 접속된

플라스마 발생 장치를 위한 안테나 장치.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 안테나 및 제 2 안테나와 병렬 접속된 제 3 안테나

를 더 포함하는 플라스마 발생 장치를 위한 안테나 장치.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 안테나, 제 2 안테나 및 제 3 안테나는 상호간에 공진 상태를 유지하는 플라스마 발생 장치를 위한 안테나 장치.

청구항 5.

제 1 항 내지 제 4 항에 있어서,

상기 고주파 전원과 상기 제 1 및 제 2 안테나 사이의 임피던스 정합을 위한 임피던스 정합 회로

를 더 포함하는 플라스마 발생 장치를 위한 안테나 장치.

청구항 6.

대규모의 플라스마를 생성하기 위한 플라스마 발생 장치를 위한 안테나 장치에 있어서,

고주파 전원;

상기 고주파 전원으로부터 고주파 전력을 공급받는 제 1 안테나 및 상기 제 1 안테나와 병렬로 접속된 제 2 안테나를 구비한 제 1 안테나 세트; 및

상기 고주파 전원으로부터 고주파 전력을 공급받는 제 3 안테나 및 상기 제 3 안테나와 병렬로 접속된 제 4 안테나를 구비하되, 상기 제 1 안테나 세트와 병렬로 접속된 제 2 안테나 세트

를 포함하되,

상기 제 1 안테나와 제 2 안테나 상호간에 공진 상태가 유지되는

플라스마 발생 장치를 위한 안테나 장치.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 안테나는,

상기 제 1 안테나와의 사이에서 공진 상태를 유지하기 위한 가변 부하와 접속된

플라즈마 발생 장치를 위한 안테나 장치.

청구항 8.

제 6 항에 있어서,

상기 제 3 안테나와 제 4 안테나 상호간에 공진 상태가 유지되는

플라즈마 발생 장치를 위한 안테나 장치.

청구항 9.

제 8 항에 있어서,

상기 제 4 안테나는,

상기 제 3 안테나와의 사이에서 공진 상태를 유지하기 위한 가변 부하와 접속된

플라즈마 발생 장치를 위한 안테나 장치.

청구항 10.

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 안테나 셋트는,

상기 제 1 안테나 및 제 2 안테나와 병렬 접속된 제 5 안테나

를 더 포함하는 플라즈마 발생 장치를 위한 안테나 장치.

청구항 11.

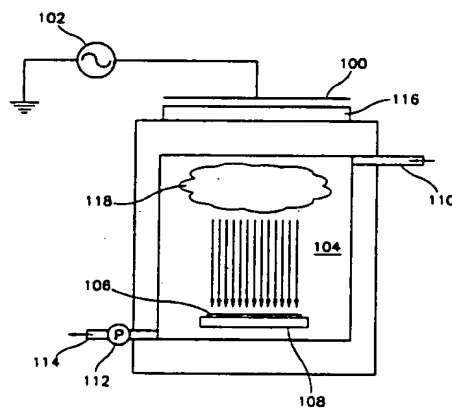
제 6 항 내지 제 10 항에 있어서,

상기 고주파 전원과 상기 제 1 및 제 2 안테나 셋트 사이의 임피던스 정합을 위한 임피던스 정합 회로

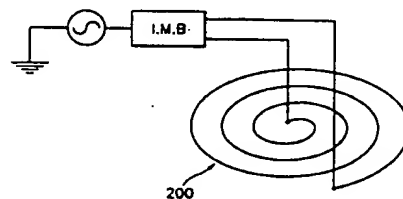
를 더 포함하는 플라즈마 발생 장치를 위한 안테나 장치.

도면

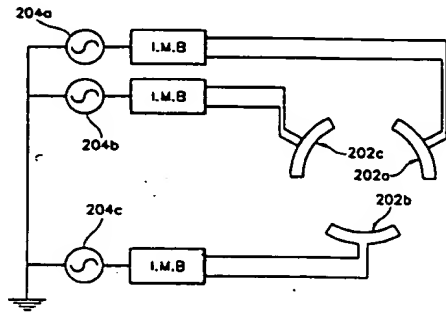
도면 1



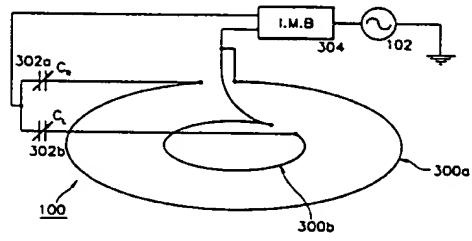
도면 2a



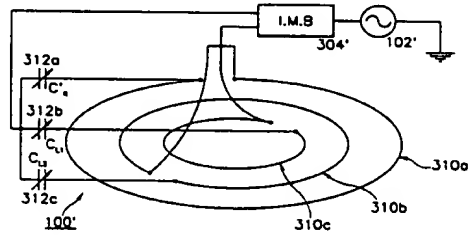
도면 2b



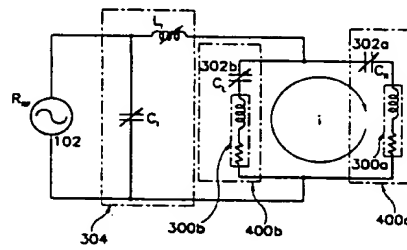
도면 3a



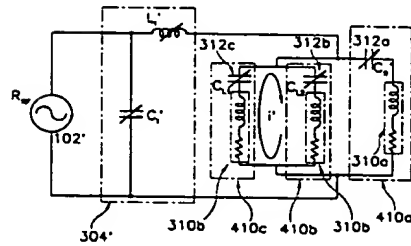
도면 3b



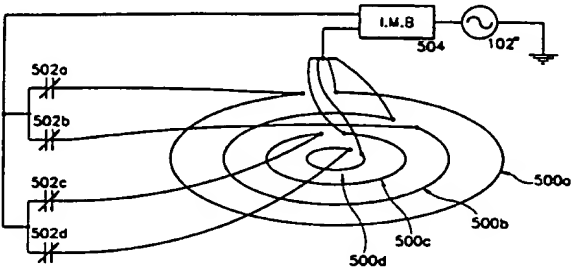
도면 4a



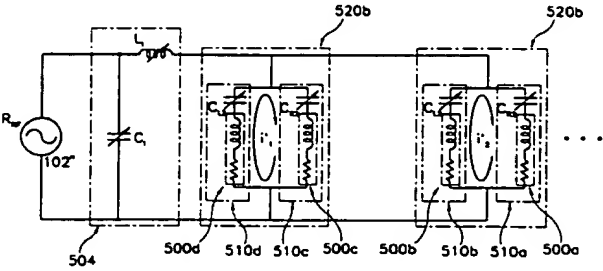
도면 4b



도면 5



도면 6a



도면 6b

